

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 23320091152780

UDC_____

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

智能交通流计量系统运算放大器和
压控振荡器设计

Design of Operational Amplifier and Voltage-Controlled
Oscillator for ITS Traffic Statistics System

汪卫斌

指导教师姓名: 王 琳 教授

专 业 名 称: 电子与通信工程

论文提交日期: 2012 年 5 月

论文答辩时间: 2012 年 月

学位授予日期: 2012 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2012 年 5 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

随着经济社会的迅速发展, 交通问题日益突出, 智能交通系统 (Intelligent Transportation System, ITS) 成为世界各国研究的焦点。本文提出了使用混沌信号作为载波的智能交通流计量系统, 采用 TSMC 0.18 μ m CMOS RF/Mixed Signal 工艺, 着重对系统中运算放大器和压控振荡器两个模块进行了设计和实现。

本文采用自上而下的设计方法。首先, 根据智能交通系统中心频率 5.9GHz 和带宽 70MHz 的特性设计基于混沌载波的流计量系统的架构和方案, 并选择零中频结构作为接收机的设计方案; 其次, 根据智能交通流计量系统对运算放大器 (Operational Amplifier, OPAMP) 模块至少 70MHz 单位增益带宽、高直流增益和相位裕度的设计要求, 采用 TSMC 0.18 μ m CMOS RF/Mixed Signal 工艺, 在电路相同功耗情况下分别设计了折叠共源共栅 (Folded Cascode, FC)、循环再生折叠共源共栅 (Recycling Folded Cascode, RFC) 和增强循环再生折叠共源共栅 (Improved Recycling Folded Cascode, IRFC) 三种全差分运算放大器, 并在 Cadence 仿真环境中画出这三种运算放大器原理图和版图。通过后仿参数的比较可知, IRFC 结构运放满足系统单位增益带宽要求, 并具有更高的直流增益和相位裕度, 更满足流计量系统的要求; 最后, 根据智能交通流计量系统对压控振荡器 (Voltage-Controlled Oscillator, VCO) 模块中心频率 5.9GHz 和调谐范围大于 70MHz 的设计要求, 采用 TSMC 0.18 μ m CMOS RF/Mixed Signal 工艺, 设计基于寄生取消 (Parasitic Cancellation) 技术的电容电感振荡回路的压控振荡器, 完成原理图和版图。通过后仿可知, 压控振荡器中心频率为 5.9GHz, 调谐范围为 200MHz, 相位噪声为 -118dBc@1M, 总功耗为 11.2mW。

关键词: 智能交通; 运算放大器; 压控振荡器

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

With the rapid development of economy and society, traffic problems are increasingly attractive, intelligent transportation systems become the focus in our world. In this paper, the intelligent traffic statistics system is put forward using chaotic signal as the carrier. Using TSMC's 0.18 μ m CMOS RF/Mixed Signal process, two modules of operational amplifier and voltage-controlled oscillator of the receiver are designed and realized.

In this paper, top-down chip design method has been used. Firstly, according to 5.9GHz central frequency and 70MHz bandwidth characteristic of the intelligent transportation system, the architecture of chaotic carrier traffic statistics system is designed, and a zero-IF architecture receiver is selected. Secondly, in accordance to at least 70MHz unit gain bandwidth, high DC gain and phase margin requirements of the operational amplifier module from the ITS traffic statistics system, using TSMC's 0.18 μ m CMOS RF / Mixed Signal process, three different kinds of operational amplifiers: FC, RFC and IRFC are designed under the same power consumption condition. With the help of Cadence software, schematic and layout are drawn. By comparing the key parameters of post-simulation, IRFC structure operational amplifier, which not only satisfies the requirement of unit gain bandwidth but also have higher DC gain and phase margin, is proved carrying better performance for the traffic statistics system. Finally, according to the central frequency 5.9GHz and at least 70MHz tuning range requirements of the voltage controlled oscillator module from the ITS traffic statistics system, using TSMC's 0.18 μ m CMOS RF / Mixed Signal process, a LC tank voltage controlled oscillator with parasitic cancellation is designed, schematic and layout are drawn. By post-simulation we can obtain that this VCO has a 5.9GHz central frequency, 200MHz tuning range and -118dBC@1M phase noise performance with total power consume of 11.2mW.

Keywords: ITS; Operational Amplifier; VCO

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 论文研究背景	1
1.2 论文研究目的与意义	3
1.3 论文结构	5
第二章 混沌智能交通流计量系统设计	6
2.1 混沌智能交通流计量系统简介	6
2.2 混沌智能交通流计量接收机设计	10
2.3 小结	17
第三章 全差分折叠共源共栅运算放大器设计	18
3.1 运算放大器的基本概念	18
3.2 FC、RFC 和 IRFC 运算放大器电路设计	25
3.3 FC、RFC 和 IRFC 运算放大器版图设计	36
3.4 小结	41
第四章 基于寄生取消 LC 压控振荡器设计	42
4.1 LC 压控振荡器原理	42
4.2 寄生取消技术	47
4.3 压控振荡器电路设计	53
4.4 后仿结果	57
4.4 小结	59
第五章 总结和展望	61
参考文献	62
附录 攻读硕士学位期间参加的科研项目	65
致谢	66

厦门大学博士论文摘要库

CONTENT

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research Background.....	1
1.2 Motivation and Significance.....	3
1.3 Outline.....	5
Chapter 2 Desgin of chaotic traffic statistics system ...	6
2.1 Introduction to chaotic traffic statistics system.....	6
2.2 Receiver Design of chaotic traffic statistics system.....	10
2.3 Brief Summary.....	17
Chapter 3 Design of full-differential folded cascode OPAMP.....	18
3.1 The basic concepts of OPAMP.....	18
3.2 Schematic of FC、RFC and IRFC OPAMP.....	25
3.3 Layout of FC、RFC and IRFC OPAMP.....	36
3.4 Brief Summary.....	41
Chapter 4 LC VCO with parasitic cancellation.....	42
4.1 The basic concepts of LC VCO.....	42
4.2 Parasitic cancellation.....	47
4.3 Design of LC VCO.....	53
4.4 Postsimulation result.....	57
4.4 Brief Summary.....	59
Chapter 5 Summary and prospect.....	61
Bibliography.....	62
Researches for My Master Degree.....	65
Acknowledgements.....	66

厦门大学博士论文摘要库

第一章 绪论

1.1 论文研究背景

随着经济社会的迅速发展,现代交通和运输正迈向新纪元,同时与社会经济生活联系更加紧密,道路交通已成为最重要的地面交通方式之一。随着城市化进程的加快和汽车普及率的提高,城市道路交通拥挤和阻塞现象已经日益严重,交通环境日趋恶化。而伴随经济建设和城市规模的发展,人民物质文化生活水平有了显著提高,对外交流日益频繁,交通需求日益增加,更加剧了交通拥挤和阻塞问题。电子、通信、计算机和人工智能技术的发展为解决道路交通问题提供了新思路,世界各国发现将模式识别和电子信息技术引入道路交通信息系统,从而对道路网络和城市交通进行更加有效的管理和控制,最大限度的发挥现有道路系统的效率,智能交通系统(Intelligent Transportation System, ITS)应运而生。

所谓智能交通系统,就是将先进的信息技术、数据通讯传输、电子传感及计算机处理技术等有效的集成运用于整个地面交通管理系统而建立的一种在大范围内、全方位发挥作用的,实时、准确、高效的综合交通运输管理系统^[1]。智能交通系统的服务领域为七个方面: 1)先进的交通信息服务系统(ATIS); 2)先进的交通管理系统(ATMS); 3)先进的公共交通系统(APTS); 4)先进的车辆控制系统(AVCS); 5)货运管理系统; 6)电子收费系统(ETC); 7)紧急救援系统(EMS)^{[2]-[5]}。

先进的交通信息服务系统对道路系统中的交通状况、交通环境进行实时监视,收集道路交通状况信息,从而对交通采取有效控制,如:控制信号灯、发布诱导信息、进行道路管制等,以提高现有道路的利用率。而为了及时准确的掌握道路交通状况信息,必须在道路中布设足量的交通流计量检测设备,目前的交通流计量检测设备主要有以下四种类型:压力检测器、水平检测器、视频检测器和雷达检测器。压力检测器具有安装难度大,安装过程中破坏了现场路面,且容易损坏、难以维护等缺点;水平检测器只适用于单车道的交通流量检测,安装复杂、调试困难,易受外界干扰,并且在车流量大的时候精确度无法保证;视频检测器技术复杂,硬件成本比较高,因此价位不菲;雷达检测器占用珍贵频谱资源,并且结构复杂、成本高。因此统观现有交通流计量检测设备,我们发现,由于受技

术、成本和政策的限制，均无法大量的布设于道路进行及时准确的交通流量检测。

混沌信号，概括来说是一种对初始条件极为敏感，看似不可预测，其实可以被数学方式所描述的伪随机信号，具有类似高斯白噪声很宽的频谱。混沌信号具有宽带宽、非周期以及极其特殊的自相关和互相关性^[3]。作为一类宽带载波，混沌信号能够用电阻、电容外加运算放大器等非常简单的电路生成，达到低成本，并且生成的基带混沌信号可以被控制到任意的频带和功率水平上而不改变混沌特性。基于这些特性，混沌信号在无线通信领域具有非常广泛的应用前景^{[7]-[14]}。

目前集成电路已发展到片上系统（System On Chip, SOC）的阶段，随着深亚微米 CMOS 工艺的进步，CMOS 电路的成本和功耗在不断降低，速度却在不断的提高。CMOS 模拟集成电路技术和数字集成电路也不断的在进步，CMOS 工艺设计已经被证明是实现 SOC 的最好选择，而随着工艺水平的进步，单位芯片面积上可以集成越来越多的数字和模拟电路功能，从而实现数模混合系统，同时可以获得极高的整体系统性能。采用 CMOS 工艺的 SOC 的设计已经成为目前热门的研究方向和设计方式。

目前主要的 CMOS 接收机的结构方案有^[10]：超外差式接收机 (Super-heterodyne Receivers)、镜像抑制接收机(Image-reject Receivers)、低中频接收 (Low-IF Receivers)和零中频接收机 (Zero-IF Receivers)。零中频接收机具有低功耗、结构简单、易与数字后端进行单片集成和芯片面积小等优点，更适合于本混沌智能交通流量系统的设计要求。

作为混沌智能交通流量系统和其他大部分模拟电路的基本模块，运算放大器(Operational Amplifier, OPAMP)其本质是一个高增益放大器，是现代模拟集成电路中最通用和最重要的单元之一，其地位相当于数字集成电路中的“门”电路。在外部反馈电路网络的配合下，运算放大器的输出与输入电压或电流不需要依赖开环关系，从而可以灵活地实现各种不同的函数关系，可以方便的对不同的信号进行组合和处理。运算放大器是许多模拟系统及混合数字信号系统中的一个完整部分，也是构成这些系统的基本单元，并且占据这些系统一半以上的功耗。运算放大器单元性能的提升可以极大的提升整个系统的性能。

包括混沌智能交通流量系统在内的大部分射频收发机系统中，压控振荡器

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库